

1. Suivi cinétique de la transformation

1.1. Équation chimique		$\text{Zn (s)} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ = \text{Zn}^{2+} (\text{aq}) + \text{H}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\ell)$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	0	$n(\text{Zn})_i$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)_i$	0	0	en excès
État en cours de transformation	x	$n(\text{Zn})_i - x$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)_i - 2x$	x	x	en excès
État final	x_{max}	$n(\text{Zn})_i - x_{\text{max}}$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)_i - 2x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{max}	en excès

1.2. Si le zinc est le réactif limitant, alors il est totalement consommé donc $n(\text{Zn})_i - x_{\text{max}} = 0$

$$\text{alors } x_{\text{max}} = n(\text{Zn})_i = \frac{m(\text{Zn})_i}{M(\text{Zn})}$$

$$x_{\text{max}} = \frac{0,50}{65,4} = 7,6 \times 10^{-3} \text{ mol} = 7,6 \text{ mmol}$$

Si l'ion oxonium est le réactif limitant alors $n(\text{H}_3\text{O}^+)_i - 2x_{\text{max}} = 0$, soit $x_{\text{max}} = \frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)_i}{2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_i \cdot V}{2}$

$$x_{\text{max}} = \frac{0,40 \times 75,0 \times 10^{-3}}{2} = 15 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

Le réactif limitant est le zinc car il conduit à la valeur de l'avancement maximal la plus faible,

$$x_{\text{max}} = 7,6 \times 10^{-3} \text{ mol} = 7,6 \text{ mmol}$$

1.3.1. D'après le tableau d'avancement, $n(\text{H}_2) = x$ et d'après le texte $(P - P_i) \cdot V_{\text{gaz}} = n(\text{H}_2) \cdot R \cdot T$ donc

$$x = \frac{(P - P_i) \cdot V_{\text{gaz}}}{R \cdot T}$$

1.3.2. Pour $P = P_{\text{max}}$ alors $x = x_{\text{max}}$

$$\text{D'après 1.3.1. } x_{\text{max}} = \frac{(P_{\text{max}} - P_i) \cdot V_{\text{gaz}}}{R \cdot T}$$

$$\frac{x}{x_{\text{max}}} = \frac{(P - P_i) \cdot V_{\text{gaz}}}{R \cdot T} \times \frac{R \cdot T}{(P_{\text{max}} - P_i) \cdot V_{\text{gaz}}}$$

$$\frac{x}{x_{\text{max}}} = \left(\frac{P - P_i}{P_{\text{max}} - P_i} \right)$$

$$\text{soit } x = x_{\text{max}} \cdot \left(\frac{P - P_i}{P_{\text{max}} - P_i} \right)$$

1.3.3. Voir figure ci-après. L'échelle verticale de la figure est 1 cm \rightarrow 1 mmol.

Pour $t > 200$ min, $x = \text{cte} = x_{\text{max}}$; on mesure pour $x_{\text{max}} \rightarrow 7,6$ cm soit $x_{\text{max}} = 7,6 \text{ mmol}$.

Cette valeur est égale à celle calculée en 1.2.

1.3.4. Pour $t = 50,0$ min, $P = 1452$ hPa. D'autre part $P_i = 1020$ hPa et on lit $P_{\text{max}} = 1757$ hPa.

$$\text{On utilise l'expression obtenue en 1.3.2. } x = 7,6 \times 10^{-3} \times \left(\frac{1452 - 1020}{1757 - 1020} \right)$$

$$x = 4,5 \times 10^{-3} \text{ mol} = 4,5 \text{ mmol}$$

calcul effectué avec la valeur non arrondie de x_{max}

Vérification sur la courbe voir ci-après.

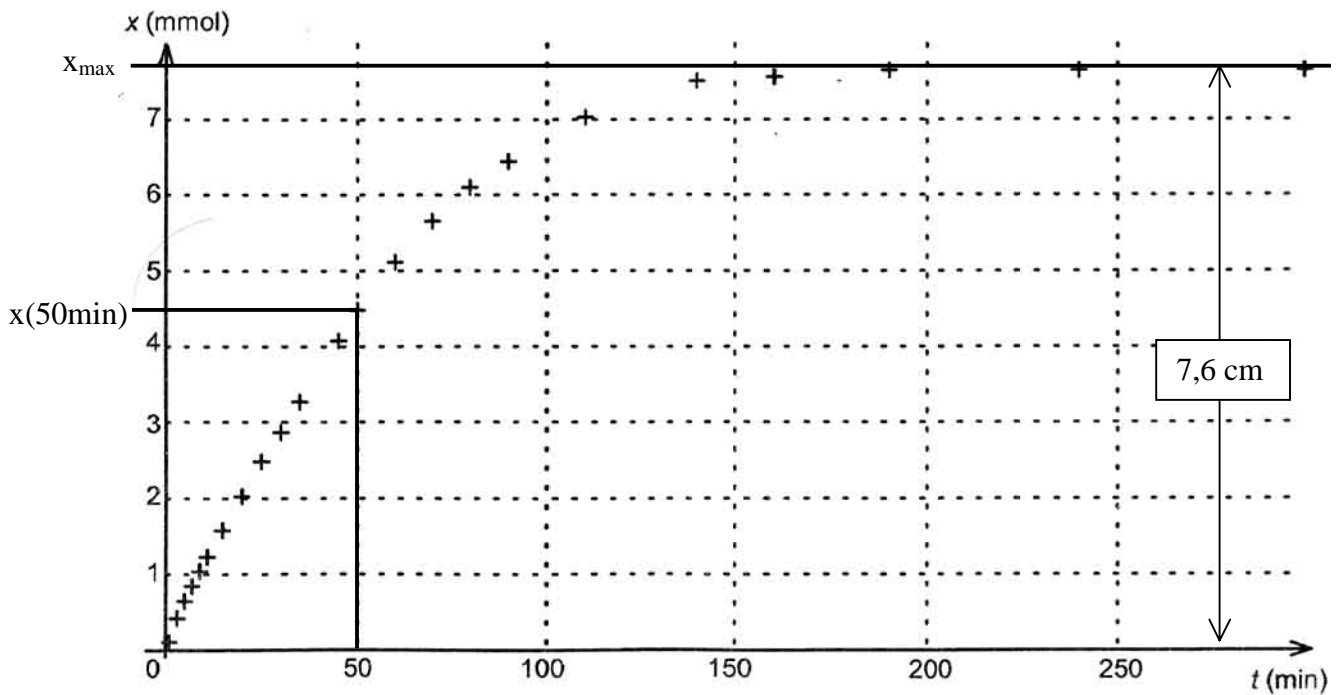


Figure 2

1.4. $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$, le volume V de la solution étant constant alors la vitesse volumique de réaction est proportionnelle à $\frac{dx}{dt}$. Ce terme représente le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de $x(t)$ à la date t.

$\left(\frac{dx}{dt}\right)_t$ est initialement élevé puis diminue au cours du temps, jusqu'à devenir nul pour $t > 200,0$ min, donc la vitesse est élevée initialement puis diminue progressivement.

2. Facteurs cinétiques

2.1. Influence de la concentration en ion oxonium

La concentration initiale en ions oxonium est un facteur cinétique, plus elle est élevée et plus la vitesse initiale de réaction est élevée.



donc $v_1 > v_3 > v_2$

$$\text{ou } \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} \text{ expé.1} > \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} \text{ expé.3} > \left(\frac{dx}{dt}\right)_{t=0} \text{ expé.2}$$

Observons les tangentes aux courbes (a), (b) et (c) en $t = 0$ min. Problème : il est difficile de voir quelle tangente possède le plus grand coefficient directeur.

Raisonnons autrement

pour la courbe (a) $x = 3$ mmol pour $t = 26$ min

pour la courbe (b) $x = 3$ mmol pour $t = 28$ min

pour la courbe (c) $x = 3$ mmol pour $t = 35$ min

Donc on peut dire que $v(a) > v(b) > v(c)$.

On associe la courbe (a) à l'expérience 1, la courbe (b) à l'expérience 3 et la courbe (c) à l'expérience 2.

2.2. Influence de la forme du zinc (division et état de surface)

2.2.1. Pour l'expérience 4, la vitesse de réaction est plus élevée que pour l'expérience 5. La poudre de zinc réagit plus rapidement avec l'acide que la grenaille de zinc.

La poudre de zinc offre une plus grande surface de contact avec la solution. Plus la surface de contact est grande et plus la réaction est rapide.

2.2.2 Pour l'expérience 6, l'avancement croît de façon très lente. Il n'y a presque pas de réaction entre le zinc et la solution d'acide. La couche de carbonate de zinc protège le métal de l'attaque acide.

3. Pluies acides et gouttières

3.1. $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

3.2. Facteurs cinétiques :

- concentration en ions H_3O^+ : les eaux de pluies sont peu concentrées en ions H_3O^+ , la vitesse de réaction est donc lente;

- surface du zinc en contact : une gouttière offre une faible surface de contact par rapport à la poudre de zinc, là encore la vitesse de réaction sera lente;

- couche de carbonate de zinc : cette couche réduit fortement la surface de contact entre le zinc et les pluies acides, elle diminue fortement la vitesse de réaction;

Tous ces facteurs expliquent la longévité des gouttières en zinc.